

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-114028

(43)公開日 平成5年(1993)5月7日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 15/70	4 5 5 A	9071-5L		
	3 2 0	9071-5L		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平3-303954	(71)出願人	390023928 日立エンジニアリング株式会社 茨城県日立市幸町3丁目2番1号
(22)出願日	平成3年(1991)10月23日	(72)発明者	石田 三郎 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
		(72)発明者	瀬川 信之 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
		(72)発明者	武藤 博道 茨城県日立市幸町3丁目2番1号 日立エンジニアリング株式会社内
		(74)代理人	弁理士 高崎 芳紘

(54)【発明の名称】 濃淡パターンのマッチング方法、濃淡パターンのマッ

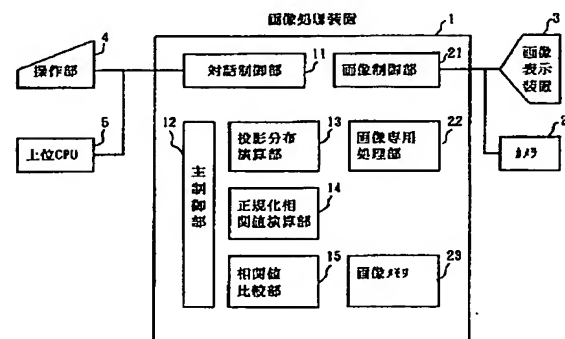
チング回路

(57)【要約】

【目的】 濃淡パターンマッチング処理の高速化

【構成】 テンプレートと部分画像の縦、横方向の一次元投影データを投影分布演算部13で算出し、さらに縦方向同志、横方向同志でテンプレートと部分画像の正規化相関値を正規化相関値演算部14で算出し、縦、横方向の正規化相関値が最大となる部分画像をマッチングしたものとする。

【効果】 明るさの変化、ピントぼけがあっても正確にかつ高速にマッチング処理が行える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検出対象とする濃淡パターンを矩形的テンプレートとして与え、該テンプレートより大きい濃淡画像が与えられたときに該濃淡画像内の上記テンプレートの示す濃淡パターンに一致するパターンを検出するための濃淡パターンのマッチング方法において、上記与えられた濃淡画像から上記テンプレートと同じ大きさの部分画像を順次切り出し、該切り出した部分画像の各々について、当該部分画像及び上記テンプレートの各々の縦方向及び横方向一次元投影データを算出し、さらに上記算出した部分画像とテンプレートとの縦方向一次元投影データ間の相関を示す縦方向正規化相関値と横方向一次元投影データ間の相関を示す横方向正規化相関値とを算出し、こうして算出した上記縦方向および横方向正規化相関値が共に最大となる位置の部分画像画がテンプレートに一致すると判定することを特徴とする濃淡パターンのマッチング方法。

【請求項 2】 検出対象とする濃淡パターンを矩形的テンプレートとして与え、該テンプレートより大きい濃淡画像が与えられたときに該濃淡画像内の上記テンプレートの示す濃淡パターンに一致するパターンを検出するための濃淡パターンのマッチング回路において、与えられた矩形画像データの横方向の各行毎にその行の画素の明るさを示す画素値を加算して生成した縦方向一次元投影データと縦方向の各列毎にその列の画素の上記画素値を加算して生成した横方向一次元投影データとを算出するための投影分布演算手段と、2つの一次元投影データの正規化相関値を算出するための正規化相関値演算手段と、上記与えられた濃淡画像から上記テンプレートと同じ大きさの部分画像を順次切り出し、該切り出した部分画像の各々について、当該部分画像及び上記テンプレートの各々の縦方向及び横方向一次元投影データを上記投影分布演算手段により算出させ、さらに上記算出した部分画像とテンプレートとの縦方向一次元投影データ間の相関を示す縦方向正規化相関値と横方向一次元投影データ間の相関を示す横方向正規化相関値とを上記正規化相関値演算手段により算出させるように制御する制御手段と、こうして算出した上記縦方向および横方向正規化相関値が共に最大となる位置の部分画像画がテンプレートに一致すると判定する比較判定手段とを備えたことを特徴とする濃淡パターンのマッチング回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は濃淡パターンのマッ

グ方法及びその回路に関わり、特に与えられた画像からテンプレートに最も類似する部分領域の位置を検出するのに適した濃淡パターンのマッチング方法及びその回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体平面上の所要のマーク図形を画像処理によって検出しようとする場合、当該マーク図形をテンプレートとしてこれと図形上の相当する大きさの領域とのマッチング処理（テンプレートマッチング処理）が行われる。こうした処理は、マークの所在位置を検出したり、2つの画像内で同じ特徴点の位置を適当なテンプレートによって検出し、これを対応点として2画像間の位置ずれを計算する等のためにしばしば必要となる。

【0003】 このような濃淡画像の従来のテンプレートマッチング処理は、次のようにして行われていた。今、テンプレートの二次元データは大きさが $M \times M$ 画素であり、その各画素を $G_{i,j}$ ($0 \leq i, j \leq M-1$) で表す。また与えられた画像の全領域の二次元データは大きさが $N \times N$ 画素であり、その各画素を $F_{i,j}$ ($0 \leq i, j \leq M-1$) で表す。ここで $N > M$ 、即ちテンプレートは処理対象画像より小さいものとする。このときのテンプレートマッチング処理の1つの方法は、テンプレートをその画像上ですらしながら、画像上のテンプレートと重なる位置にある部分画像とテンプレートとの画素間の距離を求め、例えば距離が最も小さい部分領域をテンプレートに最も類似する部分領域とするものである。その際の距離の尺度として通常は、テンプレートと部分画像の対応位置にある2画素間の濃度差の絶対値の総和 $E_{x,y}$ が使用され、これは次式で与えられる；

【数 1】

$$E_{x,y} = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} |F_{x+i, y+j} - G_{i,j}|$$

もし $E_{x,y} = 0$ なら完全に一致した場合である。

【0004】 また別の方法では、部分画像の各画素の明るさをテンプレートの明るさに正規化した後、【数 2】のテンプレートの相関値 $R_{x,y}$ を求め、これが最も大きいものをテンプレートに最も類似するものとする。 $R_{x,y} = 1$ のときは完全に一致する場合である。

【数 2】

$$R_{x,y} = (FGW - FM \cdot GM) / (FW \cdot GW)$$

【数 3】

$$FGW = (1/M^2) \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} (F_{x+i, y+j} \cdot G_{i, j}) - FM \cdot GM$$

$$FW = \text{sqrt} \{ (1/M^2) \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} F_{x+i, y+j}^2 - FM^2 \}$$

$$GW = \text{sqrt} \{ (1/M^2) \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} G_{x+i, y+j}^2 - GM^2 \}$$

$$FM = (1/M^2) \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} F_{x+i, y+j}$$

である。ここでFM は x,y の関数、sqrt()は()内の平方根を与える関数である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来技術では、距離の尺度として濃度差の絶対値の総和を用いる場合は、明るさの変動やピントぼけが発生した場合に対処できず、部分領域の位置検出精度に問題があった。また、距離の尺度として正規化相関値を用いる場合は、1回の $R_{x,y}$ の算出に際して、

【数4】

$$\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} ()$$

の形の演算を何回も実行するが、このためには () 内の演算を M^2 回繰り返す必要があり、処理時間に問題があった。

【0006】本発明の目的は、明るさの変動やピントぼけがあっても、精度よく位置決めが行え、かつ処理時間も少なくよい濃淡パターンのマッチング方法及びその回路を提供するにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、与えられた矩形画像データの横方向の各行毎にその行の画素の明るさを示す画素値を加算して生成した縦方向一次元投影データと縦方向の各列毎にその列の画素の上記画素値を加算して生成した横方向一次元投影データとを算出するための投影分布演算手段と、2つの一次元投影データの正規化相関値を算出するための正規化相関値演算手段とを設け、上記与えられた濃淡画像から上記テンプレートと同じ大きさの部分画像を順次切り出し、該切り出した部分画像の各々について、当該部分画像及び上記テン

プレートの各々の縦方向及び横方向一次元投影データを上記投影分布演算手段により算出し、さらに上記算出した部分画像とテンプレートとの縦方向一次元投影データ間の相関を示す縦方向正規化相関値と横方向一次元投影データ間の相関を示す横方向正規化相関値とを上記正規化相関値演算手段により算出し、こうして算出した上記縦方向および横方向正規化相関値が共に最大となる位置の部分画像画がテンプレートに一致すると判定することにより達成される。

【0008】

【作用】部分画像およびテンプレートをともに一次元データとして相関計算を行うから、計算時間は二次元の場合より大幅に減らすことができる。また、正規化相関の計算を行うから、明るさの変動やピントぼけに強い濃淡パターンマッチングが行える。

【0009】

【実施例】以下、本発明を実施例により説明する。図3は本発明の装置の一実施例を示すブロック図で、画像処理装置1にカメラ2、画像表示装置3、操作部4、上位コンピュータ5が接続されている。画像処理装置1は対話制御部11、主制御部12、投影分布演算部13、正規化相関値演算部14、相関値比較部15、画像制御部21、画像専用処理部22、および画像メモリ23から構成されている。

【0010】次に、本実施例の動作を説明する。まずオペレータがテンプレートをカメラ2にセットして、操作部4または上位コンピュータ5からテンプレート読込み指示を入力すると、この指示は対話制御部11を介して主制御部12に伝えられる。テンプレート読込み指示を受けた主制御部12は画像制御部21にカメラ入力指示する。画像制御部21はテンプレートをカメラ2より

入力し画像表示装置 3 に表示すると共に、画像専用処理部 2 2 を介して画像メモリ 2 3 に読込む。次にオペレータが処理対象の画像をカメラ 2 にセットして、操作部 4 または上位コンピュータ 5 からパターンマッチング指示を入力すると、この指示は対話制御部 1 1 を介して主制御部 1 2 に伝えられる。パターンマッチング指示を受けた主制御部 1 2 は画像制御部 2 1 にカメラ入力を指示する。画像制御部 2 1 は、画像をカメラ 2 より入力し画像表示装置 3 に表示すると共に、画像専用処理部 2 2 を介して画像メモリ 2 3 に読込む。その後、主制御部 1 2 は投影分布演算部 1 3、正規化相関値演算部 1 4、相関値比較部 1 5 を制御して画像メモリ 2 3 上の所要の画像の中から既に読込まれているテンプレートに最も類似した部分領域の位置を検出する。そして、求めた位置検出情報を画像表示装置 3 に表示すると共に上位コンピュータ

$$GXM = (1/M) \sum_{i=0}^{M-1} GX_i$$

【数 7】

$$GXW = \sqrt{\{(1/M) \sum_{i=0}^{M-1} GX_i^2 - GXM^2\}}$$

ステップ 3 0 0 では、画像の全領域に対してテンプレートに最も類似した部分領域を探索するための初期設定として、X 座標カウンタの値 x 、Y 座標カウンタの値 y 、X 方向最大相関値 $R_{x\max}$ 、y 方向最大相関値 $R_{y\max}$ に 0 を設定する。ステップ 4 0 0 ~ 6 0 0 は 1 つの部分画像に対する処理であり、これは x, y の値がステップ

$$FX_i = \sum_{j=0}^{M-1} F_{x+i, y+j}$$

【0 0 1 2】ステップ 5 0 0 では、正規化相関値演算部 1 4 を使って部分画像とテンプレートとの一次元データより X 方向と Y 方向の正規化相関値 R_x, R_y を求める。このときの正規化相関値演算部 1 4 の詳細なフローチャートは図 2 に示されており、まずステップ 5 1 0 では、当該部分画像の X 方向の一次元データ FX_i の平均値 FXM を式【数 9】により求める；

【数 9】

$$FXM = (1/M) \sum_{i=0}^{M-1} FX_i$$

次にステップ 5 2 0、5 3 0 では、当該部分画像の X 方向の一次元データ FX_i の正規化相関値演算のための部分項 $FXW1, FXW2$ を【数 1 0】【数 1 1】によりそれぞれ求める；

【数 1 0】

$$FXW1 = \sqrt{\{(1/M) \sum_{i=0}^{M-1} FX_i^2 - FXM^2\}}$$

5 へ送信する。

【0 0 1 1】次に、主制御部 1 2 におけるテンプレートマッチング処理の詳細を説明する。図 1 は本処理のフローチャートを示すもので、ステップ 1 0 0 では、投影分布演算部 1 3 を使ってテンプレートの二次元データ $G_{i,j}$ からこれを X、Y 軸に投影した一次元データ GX_i, GY_j に簡略化する；

【数 5】

$$GX_i = \sum_{j=0}^{M-1} G_{i,j} \quad GY_j = \sum_{i=0}^{M-1} G_{i,j}$$

ステップ 2 0 0 では、正規化相関値の演算に必要な GXW, GYW を正規化相関演算部 1 4 を用いて算出する；

【数 6】

$$GYM = (1/M) \sum_{j=0}^{M-1} GY_j$$

$$GYW = \sqrt{\{(1/M) \sum_{j=0}^{M-1} GY_j^2 - GYM^2\}}$$

7 0 0、8 0 0 で指定されることにより異なる部分画像が指定され、合計 $(N-M+1)^2$ 回繰り返し実行される。そしてまずステップ 4 0 0 では、投影分布演算部 1 3 を使って当該部分画像の二次元データ $F_{i,j}$ を一次元データ FX_i, FY_j に簡略化する；

【数 8】

$$FY_j = \sum_{i=0}^{M-1} F_{x+i, y+j}$$

【数 1 1】

$$FXW2 = (1/M) \sum_{i=1}^{M-1} FX_i \cdot GX_i$$

ステップ 5 4 0 では、当該部分画像の X 方向一次元データ FX_i の正規化相関値 R_x を式【数 1 2】にしたがって算出する；

【数 1 2】

ステップ 5 5 0、5 6 0、5 7 0、5 8 0 は、Y 方向の一次元データ FY_j に対してステップ 5 1 0 ~ 5 4 0 と同様の計算を行うもので、各ステップにおける計算式は式【数 9】 ~ 【数 1 2】に対応して次のようになる；

【数 1 3】

$$FYM = (1/M) \sum_{j=0}^{M-1} FY_j$$

【数 1 4】

$$FYW1 = \sqrt{\{(1/M) \sum_{j=0}^{M-1} FY_j^2 - FYM^2\}}$$

【数15】

$$FYW2 = (1/M) \sum_{j=0}^{M-1} FY_j \cdot GY_j$$

【数16】

【0013】以上のようにして当該画像の一次元データ FX_1, FY_1 の正規化相関値 R_x, R_y が求められると、次にステップ600で、求めたX方向とY方向の正規化相関値 R_x, R_y と、いまでの中で最大の正規化相関値 R_{xmax}, R_{ymax} との大小比較を相関値比較部15に行い、その結果に応じて R_{xmax}, R_{ymax} と対応する位置情報 X_{max}, Y_{max} とを更新する。すなわち

$R_{xmax} \geq R_x$ なら R_{xmax}, X_{max} は変更無し
 $R_{xmax} < R_x$ なら $R_{xmax} = R_x, X_{max} = x$
 $R_{ymax} \geq R_y$ なら R_{ymax}, Y_{max} は変更無し
 $R_{ymax} < R_y$ なら $R_{ymax} = R_y, Y_{max} = y$

とする。ただし R_x, R_y はステップ500で算出した値、 x, y はX座標カウンタ、Y座標カウンタのそのときの値である。

【0014】次のステップ700では、X座標カウンタ値 x を+1更新する。更新後の x が $N-M+1$ 未満のとき、ステップ400へ行き次の部分画像についての処理へ移る。 $N-M+1$ 以上のときはステップ800へ行き、X座標カウンタ値 x を0に再設定すると共にY座標カウンタ値 y を+1更新する。更新後のY座標カウンタ y が $N-M+1$ 未満のとき、ステップ400へ行き次の部分画像の処理へ移る。 $N-M+1$ 以上のときはステップ900へ行き、求めたX方向の正規化相関値 R_{xmax} 、Y方向の正規化相関値 R_{ymax} 、対応する位置情報 X_{max}, Y_{max} を

画像表示装置3に表示すると共に上位コンピュータ5へ送信し、テンプレートマッチング処理を終了する。

【0015】本実施例によれば、テンプレートマッチングを正規化相関値を用いて行っているから、画像の明るさの変動やピントぼけに強い濃淡パターンマッチングが可能であり、また二次元データを一次元データに簡略化してから相関計算を行うので、式【数9】～【数11】及び【数13】～【数15】に見られるように、それぞれM回の加算演算が主要な演算量となり、従来の M^2 回の演算量に比べて大幅に演算時間を短縮できる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、所要の画像とテンプレートによるテンプレートマッチング処理を、二次元データを一次元データに簡略化して正規化相関値を求めることにより行うから、演算回数を大幅に減らすことができ、かつ明るさの変動やピントぼけに強い濃淡パターンマッチングができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】テンプレートマッチング処理のフローチャートである。

【図2】正規化相関値演算部のフローチャートである。

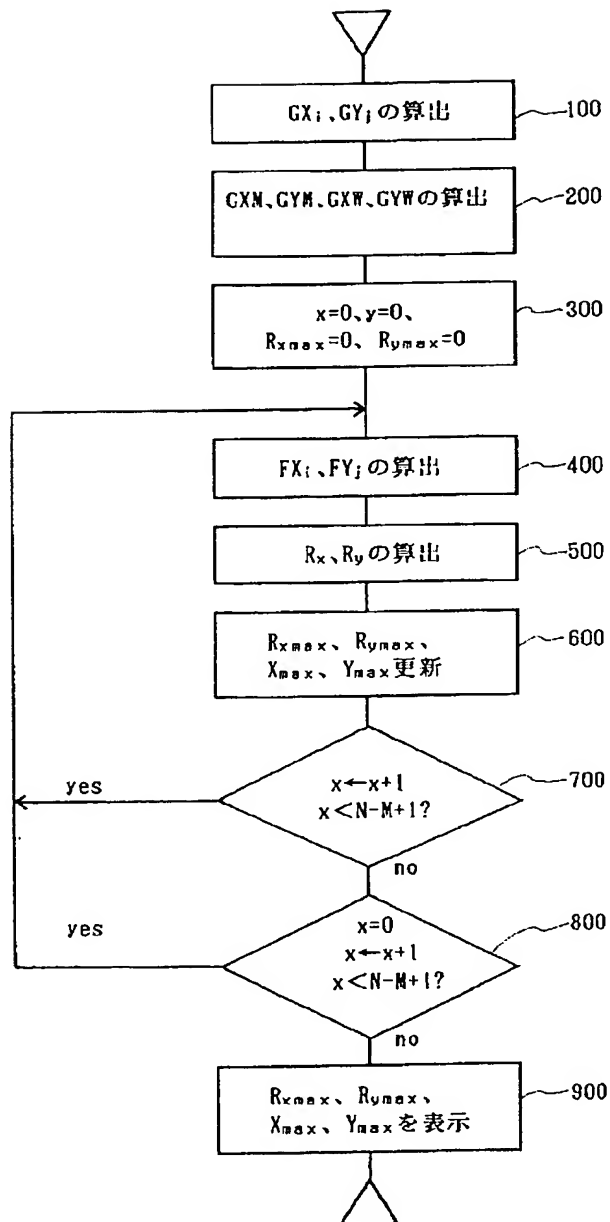
【図3】本発明の一実施例を示すブロック図である。

【符号の説明】

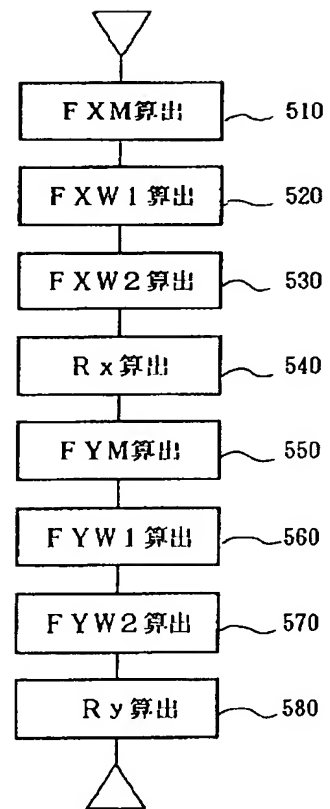
- 1 画像処理装置
- 2 カメラ
- 12 主制御部
- 13 投影分布演算部
- 14 正規化相関値演算部
- 15 相関値比較部

$$GM = (1/M^2) \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{M-1} G_{i,j}$$

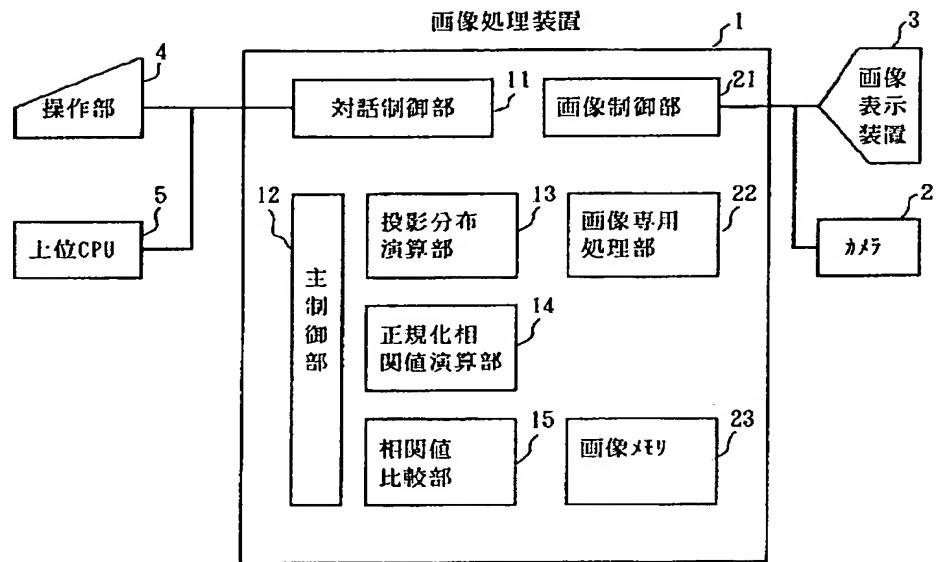
【図1】



【図2】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.